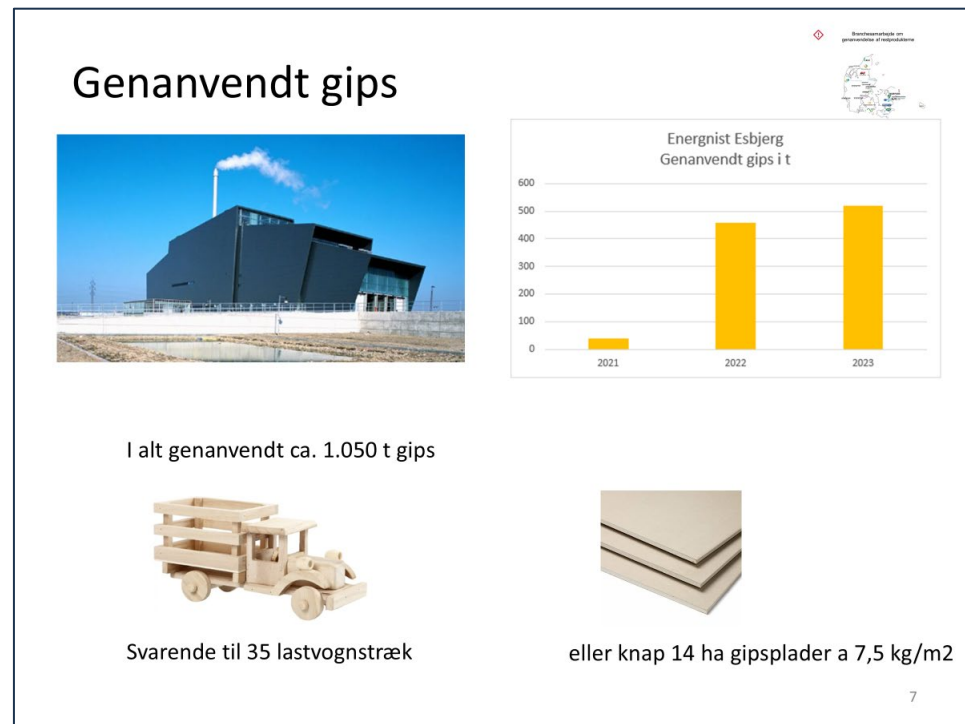


# Projekter 2024

## Gips gruppen:

- Forhandlinger med gipsaftagere  
*Jonas Nedenskov*
- Gipskarakterisering  
*Kim Brinck*



# Gipsgruppen 2024

Branchearbejde om  
genanvendelse af restprodukterne

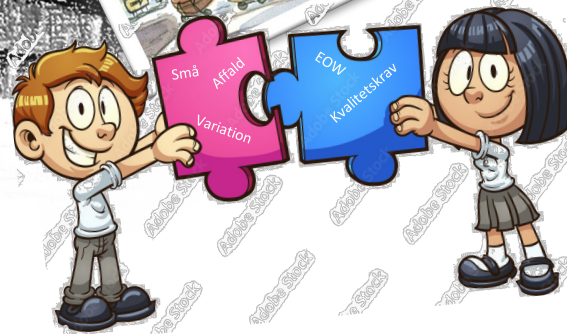
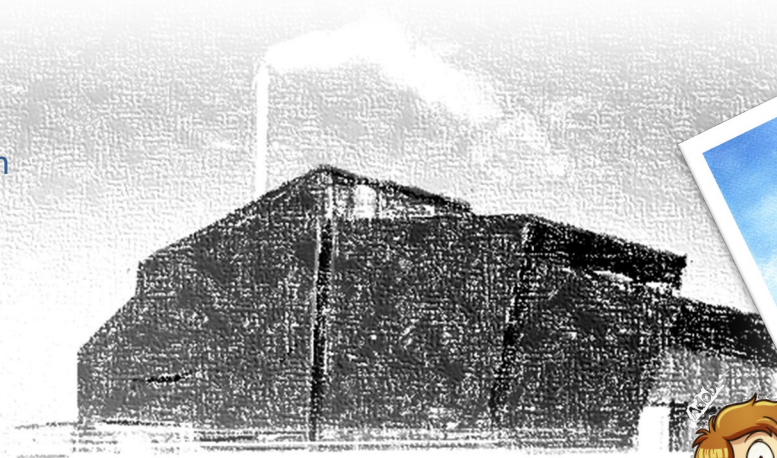


## Aftagere

- Gyproc Saint-Gobain
- Knauf
- Ålborg Portland
- Agrotrade

## Kvalitet

- Udfordringer ift. fremtidige aftagere
- Status





# Kvalitetskrav ved gipsgenanvendelse

## Ingen officielle krav til WtE gips

- Aftagere bestemmer selv hvad de må/kan/vil modtage af gipskvaliteter i.f.m. genanvendelse af gips i gipspladeproduktion
- Kvalitets krav afhænger af modtagerens interne processer og kvaliteten af de øvrige råvarer m.m.

# Kvalitetskrav ved gipsgenanvendelse

## KNAUF

### Krav

- Knauf henviser generelt til tyske krav fra *Bundesverband der Gipsindustrie (BdG)*, fra juni 2020.
- Kravene minder meget om *EuroGypsums* som Gyproc tidligere henviste til.
- Forskelle med (Eurogypsum i parentes):
  - Hg: 1,4 (1,3) mg/kg TS
  - Tl: 3 (0,4) mg/kg TS
- BdG stiller tillige krav vedr. PAH, renhed, TOC, Kornstørrelse, Mg-salte, chlorider (100 ppm), og eluatkoncentrationer m.v.
- Knauf stiller selv krav til dioxiner
- Knauf tolker kravene som 95 percentil værdier

# Kvalitetskrav ved gipsgenanvendelse

## Dansk WtE gips

- Dansk WtE gips er nu karakteriseret gennem omfattende analyseprogram fra de danske affaldsforbrændingsanlæg, med gipsproduktion
- Ca. 80 analyser i alt
  - Dedikerede analyser til dette projekt
  - Supplerende analyser fra anlæg
  - Supplerende analyser fra DRH
- Alle resultater opsamles og bearbejdes matematisk med henblik på beregning af sammensætning og mængde ved forskellig "blandinger".

# Kvalitetskrav ved gipsgenanvendelse

## WtE gipsanalyser

Anonyme navne kan vælges for præsentation overfor 3 part

Anonyme navne kan vælges for præsentation overfor 3 part

GIPSANALYSER			Restproduktsarbejdet															
108	Anonyme navne		Middelværdier															
109	Gd=1, Hef=0																	
110	1																	
111																		
112	Anlæg	Årsmængde	Anlæg	TS	TS	Cl	As	Pb	Cd	Cr, total	Cu	Hg	Ni	Zn	TEQ	Σ HM		
113				%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	ng/kg	mg/kg		
114				DS 204	ISO 11145													
115		Potentiel		Data selection:	>	>	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<		
116	ANLÆG	Mængde	Analyser	Limit:	0	0	1000	10	10	10	10	1000	10	10	500	500	1000	
117			#	Medtag:														
118	Anlæg 1	400	15	Anlæg 1	72,0	73,0	212	1,4	4,1	0,1	5,1	10,6	0,5	5,8	38,1	141,5	70	
119	Anlæg 2	1.000	11	Anlæg 2	69,0	66,9	517	0,8	1,5	0,3	2,1	1,2	0,3	0,9	5,9	4,5	13	
120	Anlæg 3	300	3	Anlæg 3	63,4	64,4	720	0,7	1,6	0,1	2,1	3,4	2,6	2,3	19,1	2,7	32	
121	Anlæg 4	2.400	11	Anlæg 4	78,1	77,3	178	1,3	0,5	0,3	1,8	80,1	0,3	3,6	73,3	26,2	95	
122	Anlæg 5	750	23	Anlæg 5	71,7	72,4	516	1,8	3,7	0,1	5,8	9,8	0,1	5,6	27,9	5,2	56	
123	Anlæg 6	1.350	12	Anlæg 6	73,1	71,3	794	1,2	3,2	0,2	2,1	4,6	1,6	2,4	65,8	49,5	92	
124	Anlæg 7	2.000	4	Anlæg 7	81,0	78,9	333	0,6	2,7	0,3	0,9	6,6	3,1	2,7	24,5	7,4	41	
125	Anlæg 8	500	1	Anlæg 8	80,0			0,7	0,5	1,0	5,2	6,0	2,0	160,0		191		
126	ALLE	8.700	80	MIDDEL FOR														
127				VALGTE:	3.300	77,6	76,7	182,8	1,2	1,0	0,3	2,1	60,4	1,2	3,6	82,2	42,7	106,4

Potentiale

Udvælg relevante anlæg

# Arbejdsgruppe flyveaske

- Restproduktet flyveaske
  - Tør aske opsamlet i pose- og/eller elektrofiltre på anlæg med en våd røggasrensning.
  - Inkluderer ofte kedelaske.
- Aktiviteter i 2024
  - Faste arbejdsgruppemøder hver 6-8 uge.
  - Øget inddragelse af DanWS i gruppens aktiviteter
  - Har afsluttet ATR 11.C vedr. alternative behandlingsløsninger for flyveaske fra danske affaldsforbrændingsanlæg  
Peger på cementstabilisering og efterfølgende deponering
  - Har afsluttet ATR 13 vedr. automatisk prøvetagning af flyveaske med anbefaling af en mulig prøvetager.
- Igangværende ATR
  - Har afslutte første del af ATR 11.B vedr. karakteristika og fordeling 2./3.-træks slagge.
  - Udbygges med ATR 11.D vedr. Prøvetagning og analyse af 2./3. træks aske
  - ATR 19 vedr. test af indenlandsk behandlingsmetode af flyveaske
- Ca. 48.000 ton/år fra danske affaldsenergianlæg
- Deltagere
  - Tore Hulgaard
  - Niels Kallehauge, ARGO
  - Kim Crillesen, Vestforbrænding
  - Adisa Huskic, Vestforbrænding
  - **Dorthe Lærke, ARC**
  - Anders Matthiesen, Kredsløb
  - Christoffer Jørgensen, Energnist
  - Johan Forsberg, Rambøll

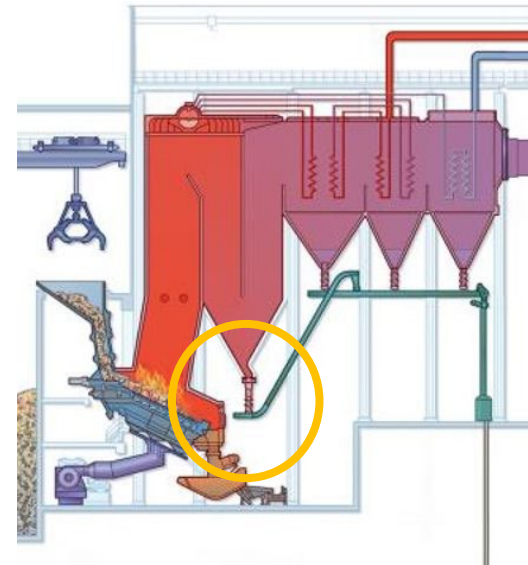
Branchesamarbejdet for genanvendelse af restprodukter, 3. december 2024, ved Dorthe Lærke, Tore Hulgaard og Ole Hjelmar



# flyveaske, Karakteristika og fordeling

## 2./3.-træk slagge (ATR 11B)

- DRH har længe ønsket at opnå **større viden**, om hvordan affaldets indhold af aske og forurening udskilles i anlæggene, og hvordan **sammensætning** af slagge/askefraktioner ændrer sig gennem anlæggene for at kunne identificere **genanvendelsesmuligheder** for de enkelte fraktioner, herunder fra 2./3. træk.
- **Miljøstyrelsen** er med reviderede godkendelser begyndt at **kræve**, at udtag fra **2/3. træk ikke må overføres til slaggen**, men skal håndteres som flyveaske med de konsekvenser, det har, med hensyn til udfordringer for genanvendelse af restprodukter og omkostninger til håndtering.
- Vi arbejder for at etablere et **vidensbaseret grundlag** for en dialog med Miljøstyrelsen herom.
- **Spørgeskemaer** udsendt til alle anlæg om teknik, data om aske og status i forhold til godkendelse runde er **afsluttet** – og grundlag for fortsat arbejde
- **Danish Waste Solutions** bistår med specifikation af yderligere analyser og oplæg til Miljøstyrelsen

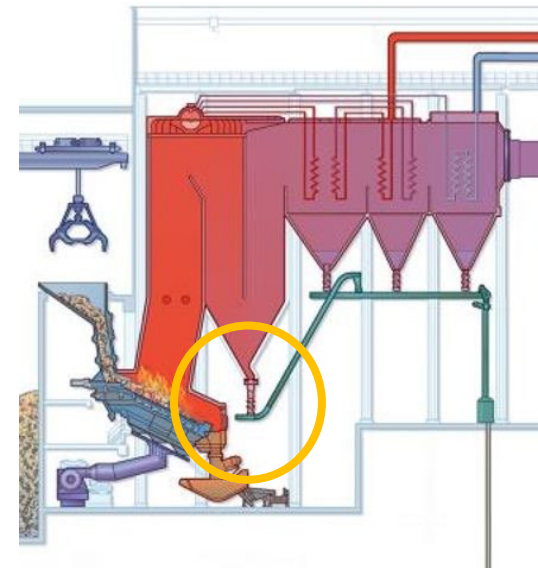




# Karakteristika og fordeling 2./3.-træk slagge (ATR 11B)

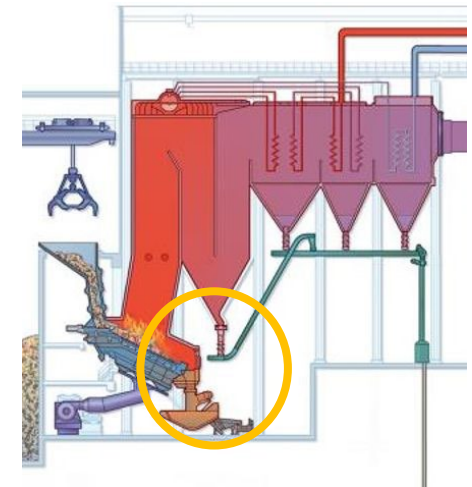
- Spørgeskemaundersøgelse

Spørgsmål	Til slagge	Til flyveaske
Hvortil ledes asken fra 2. og 3. træk i dag? antal ovnlinjer	11	12
Hvortil ledes asken fra 2. og 3. træk i dag?, kapacitet (ton/h)	182	124
Hvortil ledes asken fra 2. og 3. træk i dag?, kapacitet (ton/h, % fordeling)	59 %	41 %



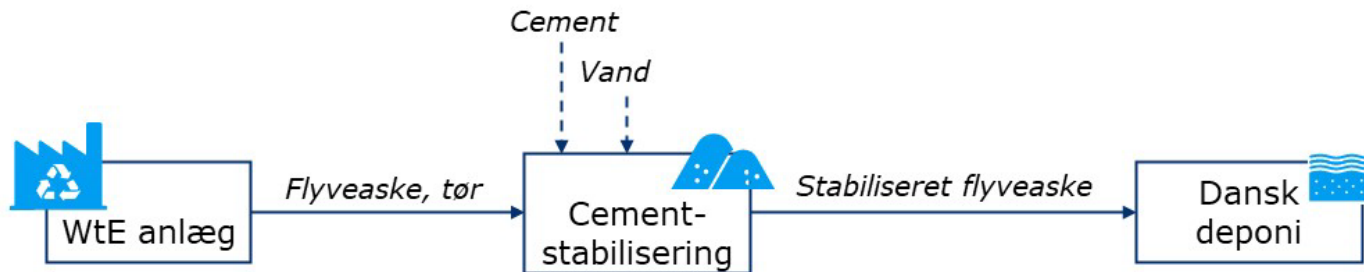
# Karakteristika og fordeling 2./3.-træk slagge (ATR 11B)

Spørgsmål	Antal Ja	Antal Nej	Kommentar
Er din kedel <b>designet til separat opsamling</b> af aske fra 2. og 3. træk?	15	8	
Har du <b>mulighed for prøvetagning</b> fra kedelasken fra 2. og 3. træk i dag?	18	3	Nogle forbehold, fx om at der skal åbnes til en snegl
Har anlægget et system, der kan dirigere kedelasken fra 2. og 3. træk <b>til slaggeudmadningen?</b>	15	8	
Findes der krav i jeres <b>miljøgodkendelse</b> vedr. kedelasken fra 2. og 3. træk?*	9	14	Nogle svar er ændret, så svar alene går på, om der er specifikke krav til aske fra 2./3. træk
Findes der <b>kommunikation med miljømyndigheden</b> vedr. kedelasken fra 2. og 3. træk (efter nuværende miljøgodkendelse)?	9	14	
Har I oplysninger/data på <b>mængden</b> af kedelaske fra 2. og 3. træk som I kan dele med os?	0	23	
Har I <b>oplysninger/data på analyser</b> om <b>sammensætning</b> af kedelaske fra 2. og 3. træk som I kan dele med os? – alternativt analyser af flyveaske	10	12	Flere har alene analyser af blandet flyveaske og kun få har leveret data
Har Rambøll <b>modtaget data?</b>	2	21	



# Flyveaske, Indenlandske behandlingsløsninger (ATR11C)

Valgt "simpel" behandlingsløsning som nødløsning,  
hvis udenlandsk afsætning begrænses:  
Cementstabilisering



# Begrundelser for valg

## For:

- Implementeringstiden kort
- Teknologi kendt og velafprøvet
- Teknologi kommercielt tilgængelig
- Investeringen lav, og samlet økonomi moderat
- Udvaskningsrisikoen er lav
- Ingen spredning af tungmetaller og dioxin
- Indenlandsk slutbehandling

## Ulemper:

- ◆ Ingen cirkularitet:  
Restproduktet deponeres og der er ingen nyttiggørelse
- ◆ Ressourceforbrug til cement
- ◆ Cement øger deponeret mængde og dermed omkostninger

## Til afklaring:

- ◆ Deponeringsmuligheder for cementstabiliseret aske (helst DK)
- ◆ Test med flyveaske (enten på anlæg eller hos leverandør)

# Indenlandsk behandlingsmetode, Næste skridt (ATR19):

## 1) Valgt behandlingsløsning - hvordan etableres i fuld skala?

- Krav til deponering af behandlet flyveaske i Danmark
- Hvilke yderligere undersøgelser mv., der er nødvendige for at kunne etablere anlæg i fuld skala?, fx test af stabiliserings-metode med efterfølgende udvaskningstest.
- Grov skitse for etablering i fuldskala udarbejdes sammen med groft budgetoverslag (placering af anlæg, kapacitet, hvilket deponi, nødvendige godkendelser og tidsplan).
- Overordnet screening: miljøpåvirkning ved brug i fuld skala og sikre, bl.a. at de tilhørende krav til udvaskning kan overholdes (inkl. opløselige salte).

# Indenlandsk behandlingsmetode, Næste skridt (ATR19):

## 2) Kritiske rammebetingelser for behandlingsmetoder generelt

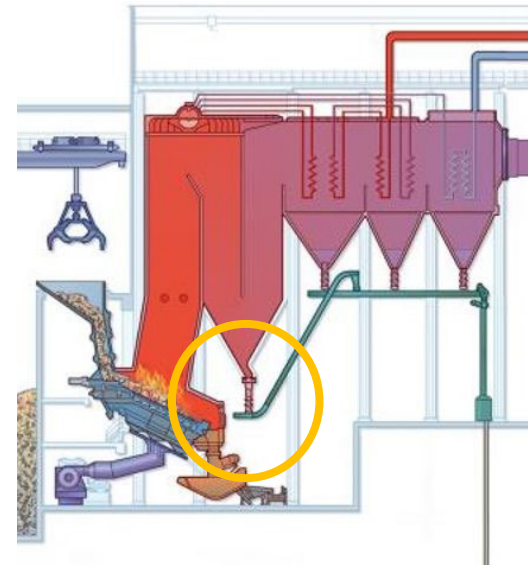
Fx for (cementstabiliseret) vasket flyveaske (fra sur eller neutral vask)

- Krav ved deponering (jf. punkt nr. 1)
- Muligheder for anvendelse, fx i betonprodukter eller på linje med slagge
- Betingelser for at komme på Restproduktbekendtgørelsens bilag?
- Specielt fokus på miljømæssige og funktionelle krav til de resulterende behandlede restprodukter
- Oplæg for at diskutere rammebetingelser med Miljøstyrelsen

# Flyveaske, Karakteristika og fordeling

## 2./3.-træk slagge (ATR 11B)

- DHR har et ønske om større viden om, hvordan forureningspotentialet i kedelasken fordeles sig gennem askeudskilleren med henblik på at kunne vurdere genanvendelsesmulighederne for aske fra 2./3. træk.
- Reviderede godkendelser fra MST kræver, at udtag fra 2./3. træk skal håndteres som flyveaske, og ikke må blandes med slaggerne.
- Vi arbejder for at etablere et vidensbaseret grundlag for en dialog med Miljøstyrelsen herom.
- Spørgeskemaer udsendt til alle anlæg om teknik, data om aske og status i forhold til godkendelse runde er afsluttet – og grundlag for fortsat arbejde
- DanWS bistår med specifikation af yderligere analyser og oplæg til Miljøstyrelsen





# Flyveaske, Karakteristika og fordeling

## 2./3.-træk slagge (ATR 11B); II

### Aktivitet 1 Dataindsamling (fortsat)

DanWS indsamler og behandler data, gransker tidligere danske og udenlandske data, vurderer behovet for yderligere data, stiller forslag – jf. ATR11D om prøvetagning og analyse.

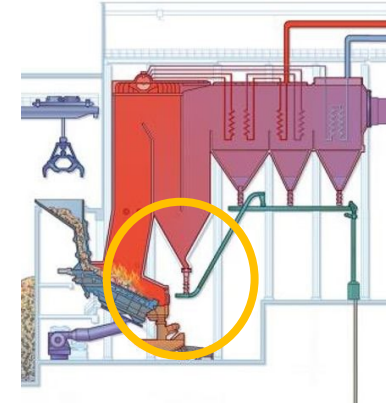
### Aktivitet 2 - Myndighedsbehandling:

Oversigt over miljøgodkendelser mv., der definerer, hvad der sker med slaggerne i dag.

Er Miljøstyrelsens juridiske definition/tolkning for håndtering af 2./3.-træks slagge korrekt? Og er der muligheder i relation til restproduktbekendtgørelsen?

(DanWS og evt. jurist)?

*[Fra MST's vejledning i BAT for affaldsforbrændingsanlæg. BAT35: For at øge ressourceeffektiviteten er det BAT at håndtere og behandle slagge/bundaske separat fra FGC- restprodukter.]*



# Flyveaske, Karakteristika og fordeling

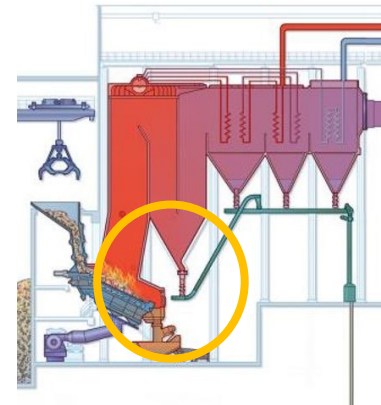
## 2./3.-træk slagge (ATR 11B); III

### Aktivitet 3 - Produktkarakteristika :

Vurdering af potentialet for signifikant påvirkning af slaggens kemiske sammensætning med og uden 2./3. træks slagge og udvaskning baseret på blandingsforhold og tilgængelige data. Gennemføres af DanWS vha. indsamlede data fra DK og data indsamlet fra udlandet.

Sammenligninger med Restproduktbekendtgørelsen og klassificeringsreglerne (DanWS)

Aktivetsbeskrivelse: Der udarbejdes en vurdering af betydningen ved tilsætning eller fjernelse af denne 2./3.- træks slagge/aske til slaggen baseret på erfaringer fra eksisterende praksis og viden om slaggens beskaffenhed og krav til slaggens genanvendelse. (DanWS – evt. ved inddragelse af Afatek).

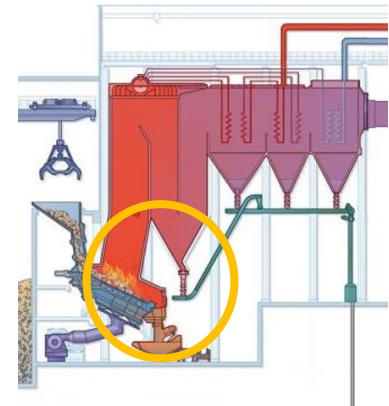


# Flyveaske, Karakteristika og fordeling

## 2./3.-træk slagge (ATR 11B); IV

### Aktivitet 4 – Kommunikation:

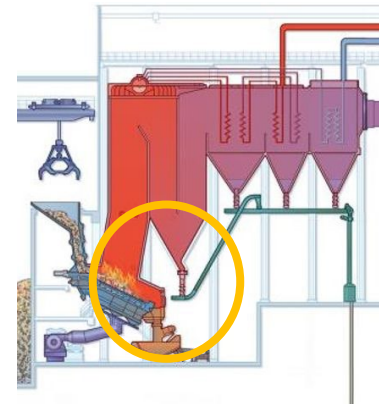
- Der udarbejdes en kommunikationsmail og et samlet fakta-ark til brug for kommunikation med myndigheder og myndighedsdialog, samt figurer mm. til evt. partsindlæg for påvirkning af politisk/strategisk niveau.
- Der afholdes (om muligt) møde med Miljøstyrelsen for præsentation af undersøgelsen og diskussion af muligheder for udnyttelse af 2./3. træks slagge.



# 2./3.-træk slagge, Prøvetagning og Analyser (ATR 11D)

## Fase 1: Omfatter 3 anlæg

- A. Identifikation af anlæg ud fra kriterier baseret på spørgeskemaundersøgelsen, tekniske muligheder for repræsentativ prøvetagning, massestrømsbestemmelse og anlæggenes ønsker og muligheder for at deltage (2-3 prøver per døgn over ca. en uge).
- B. Procedurer mv. for prøvetagning og massestrømsbestemmelse aftales mellem anlæggene og Rambøll/DanWS og gennemføres derefter af anlæggene selv.
- C. Specifikation af analyseomfang, aftale med arbejdsgruppen og laboratorie, herunder budget for analyser. Der regnes her med et begrænset analyseomfang for de vigtigste parametre. Herunder fastlægges evt. behov for kontrolleret modning af 2./3. træks aske svarerende til slaggemodning – og procedure herfor.
- D. Rapportering af resultater – og sammenligning heraf med bl.a. Restproduktbekendtgørelsen. Præsentation og diskussion af resultater på arbejdsgruppemøde.
- E. Indstilling om omfang af en eventuel Fase 2

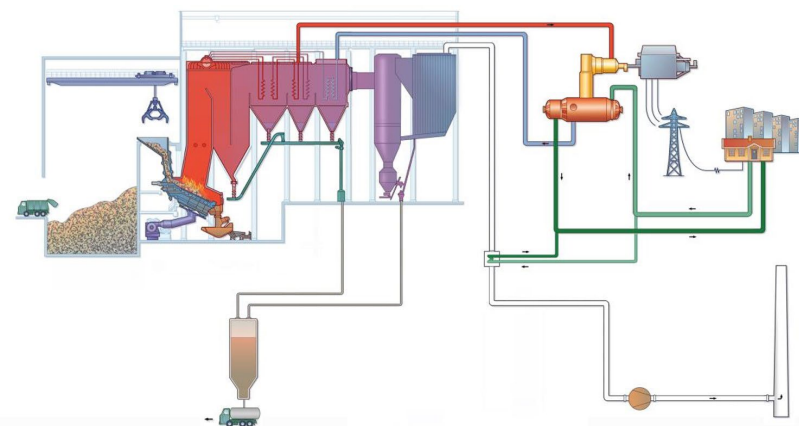


# Spørgsmål?

AG Flyveaske

# Arbejdsgruppe Tørre og Semitørre Restprodukter

- Formål / Mål  
Undersøgelse af sammensætningen af restprodukter fra anlæg med tør og semi-tør røggasrensning, og eventuel korrelation med kvalitet af anvendte råvarer.
- Igangværende ATR:  
ATR 12, Restproduktanalyse og systemoptimering:
- Foreløbige resultater af spørgeskemaundersøgelse
- Kommende (vedtaget i arbejdsgruppen):  
Simpel metode for behandling af restprodukt fra tør/semi-tør røggasrensning som nødløsning (ATR17)



# Simplet behandlingsmetode (ATR17)

Formål:

Kortlægge behandlingsløsninger for simpel genanvendelse af restprodukter fra tør og semitør røggasrensning med det formål at have alternativer, der hurtigt kan iværksættes som nødløsning.

Oversigt over behandlingsløsninger og vurdering heraf

Valg af prioriteret løsning

## Vurderingskriterier

- Økonomi
- Energiforbrug og klimapåvirkning
- Udvaskningsrisici
- Spredningsrisici
- **Implementeringstid**
- Nyttiggørelse
- **TRL**
- **CRI**

**Bold prioriteres højt**



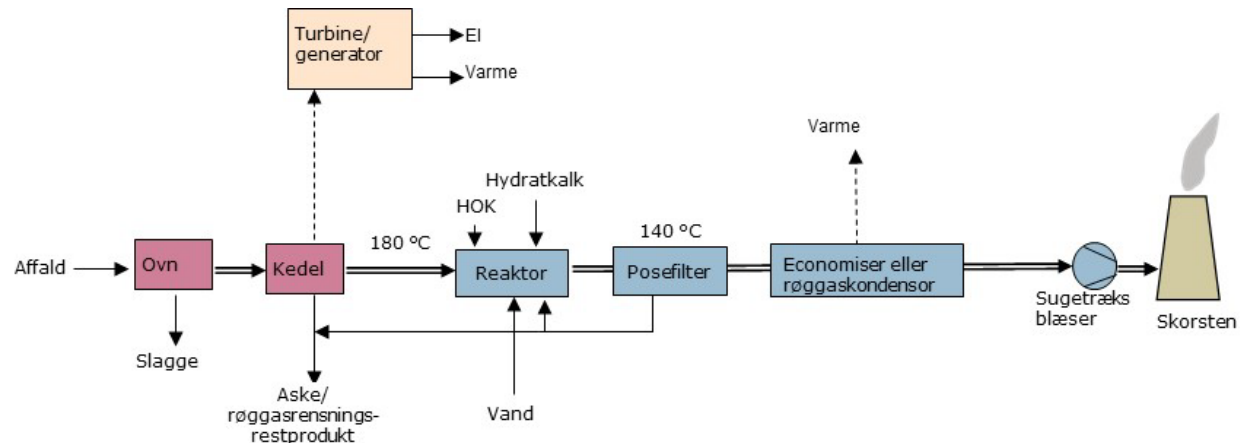
# Tør/semi-tør, opgaver (ATR12)

- **Udarbejdelse af en anlægsoversigt:** hvordan er anlæg bestykket, hvordan driftes de, samt driftserfaringer, muligheder for prøvetagning af restprodukt etc.
- **Restproduktanalyse:** Udarbejdelse af en fælles metodik for prøvetagning og analyse af restprodukt inkl. et kontrolskema der bør følges ved prøvetagning. Kontrolskemaet skal omfatte andre informationer af relevans for prøven, som driftsbetingelser og rågasdata, så man kan spore, hvilke betingelser den enkelt prøve er dannet under.
- **Råvarekontrol:** Udarbejdelse af en fælles metodik for prøvetagning og analyse af råvarer (hydratkalk, Sorbacal og evt. andre).

# Tør/semi-tør, spørgeskemaer

Spørgeskema udsendt til i alt 16 anlæg med røggasrensnings linjer med tør/semi-tør røggasrensning om bl.a.:

- procesleverandør
- teknisk løsning
- procesdiagram
- styringsmuligheder
- emissioner (især HCl og SO<sub>2</sub>)
- kalkforbrug
- rågasværdier (HCl og SO<sub>2</sub>)
- restproduktmængder



# Spørgeskemaer

Anlæg navn	Antal Ovnlinjer	Besvar et spørge skema	Kommentarer
Nordværk_Hjørring	2	-	
Nordværk_Aalborg_linje_3	1	-	
Aars	2	x	En linje lukker
Hammel_2_linjer	2	-	
Kredsløb_Aarhus	2	x	
Kredsløb_Skanderborg	2	x	
Horsens_2_linjer	2	-	
Energist_Kolding_linje_2	1	x	
Energist_Kolding_linje_5	1	x	
Norfors_linje_5	1	x	
A_plus_2_og_3_Næstved	2	x	
A_plus_4_Næstved	1	x	
Affaldplus_Slagelse	1	-	Lukket
SWS_1_linje	1	-	Er pt. lukket
Refa_linje_2	1	x	
Refa_linje_3	1	x	
BOFA_1_linje	1	-	Står til at lukke
<b>I alt</b>	<b>24 (4 lukker)</b>	<b>10 har svaret</b>	

# Teknologi

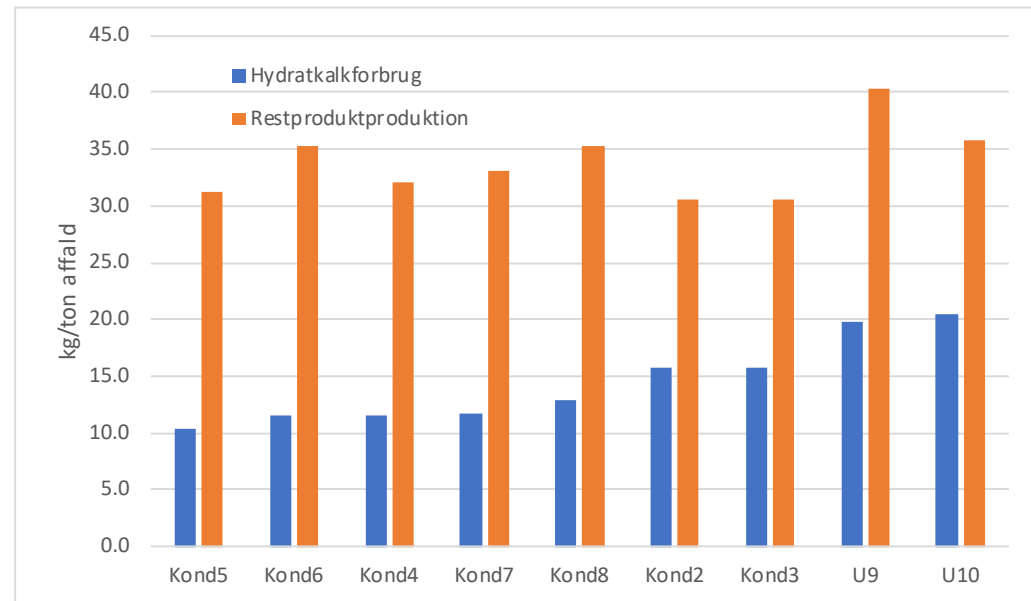
Anlæg	Leverandør	Betegnelse på rensesystem	Recirkulering af restprodukt	Typisk setpunkt for temperatur
				°C
A	Alstom	Tørt	Ja	135
B	Filcon	Semitør	Ja	165
C	Alstom	NID	Ja	160
D	Simatek	Semitørt	Nej	190
E	Simatek	Semitør	Nej	150-180
F	Alstom	NID	Ja	138
G	FLSmiljø	Semi-tørt	Ja	145
H	Alstom	Indblæsning	Ja	150
I	Simatek	??	Nej	135
J	LAB	Secolab	Ja	150

# Forbrugsstoffer

Anlæg	Absorbent/ hydratkalk	Typisk leverandør af absorbent	Produktnavn for absorbent/ hydratkalk	Indhold af aktivt Ca(OH) <sub>2</sub> %	Adsorbent	Typisk leverandør af aktivt kul/HOK	Produktnavn for aktivt kul/HOK
A	Brændt kalk, hydreres on site	Faxe Kalk Lhoist	#N/A	95	0	RWE POWER AG	#N/A
B	Sorbacal	Faxekalk	Sorbacal	74,09g/mol	Aktivkoks	Dansk restprodukt	CSC Aktivkoks PBR
C	Let brændt kalk	Faxe kalk	#N/A	92	Aktivt kul	#N/A	#N/A
D	Sorbacal	Lhoist	Sorbacal SP	100	HOK	RWE, HOK	HOK super
E	Sorbacal	Lhoist	Sorbacal SP	100	HOK	RWE	HOK Super
F	Let brændt kalk	Faxe kalk	#N/A	92	Aktivt kul	#N/A	#N/A
G	brændt kalk	Faxekalk	brændt kalk	56,08g/mol	Aktivkoks	Dansk restprodukt	CSC Aktivkoks PBR
H	Hydratkalk	Dankalk	??	90.24	??	DRH	??
I	Hydratkalk	Dankalk	#N/A	90	Brunkulskoks	Carbon Service & Consulting	#N/A
J	Hydratkalk	Faxe Kalk , Lhoist	Faxe Hydratkalk	100	Aktivt kul	brenntag nordic/Dansk RestproduktHåndt ering A.m.b.a.	CSC-Aktivkoks PBR- Norit GL 50/bulk

# Kalkforbrug og restproduktproduktion

- Forbrug, hydratkalk:  
8-20 kg/ton
- Restprodukt:  
28-40 kg/ton
- Hvad påvirker kalkforbrug og restproduktproduktion:
  - Teknologi (tør/befugtning/recirkulering af restprodukt)
  - Efterstillet vådskrubber/ røggaskondensering (Kond\_ i figur)
  - Driftsparametre (temperatur mm.)
  - Røggasmængde per ton (dvs. brændværdi)
  - Rågas indhold af HCl og SO<sub>2</sub> (dvs. affaldets indhold af Cl og S)



# Spørgsmål?

Tør og semi-tør RGP





# Filterkagegruppen

## Hvad kan vi gøre ved filterkagerne

- Niels Kallehaug (argo)

## Hvad er der i filterkagerne – kan vi gøre det bedre?

- Kim Brinck (Rambøll)

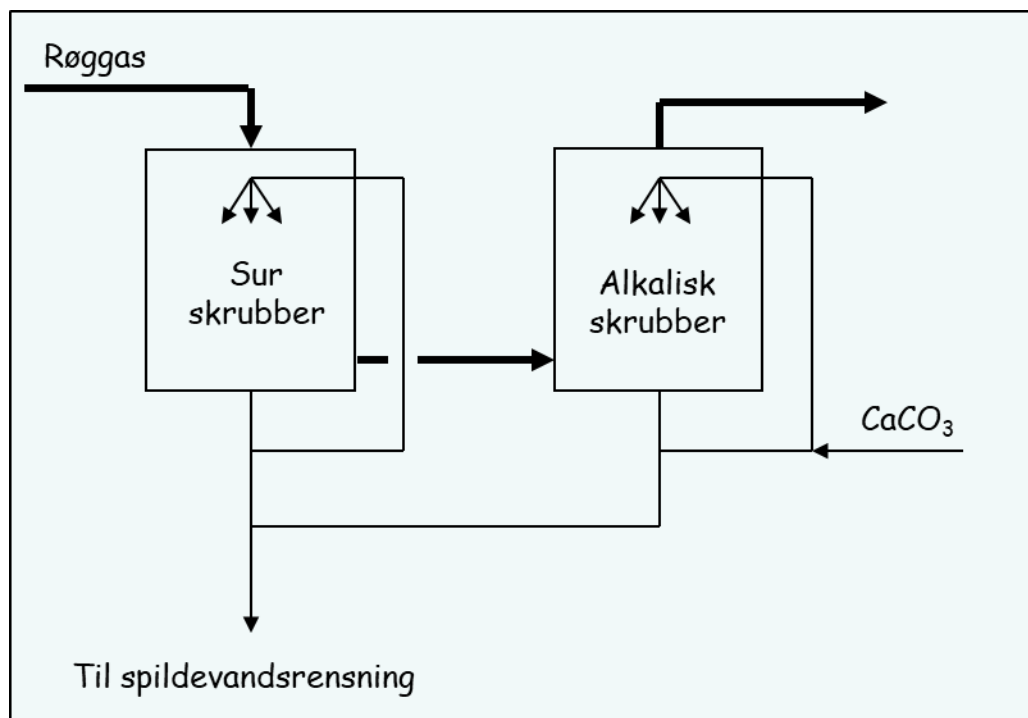
# Filterkagegruppen

Anlæg med våd  
røggasrensning

Inden røggassen renses  
ved skrubning er støv  
fjernes med ESP/posefilter

Sure gasser, tungmetaller  
og aske opsamles i  
skrubbevæskerne

Skrubbevæske renses  
inden udledning



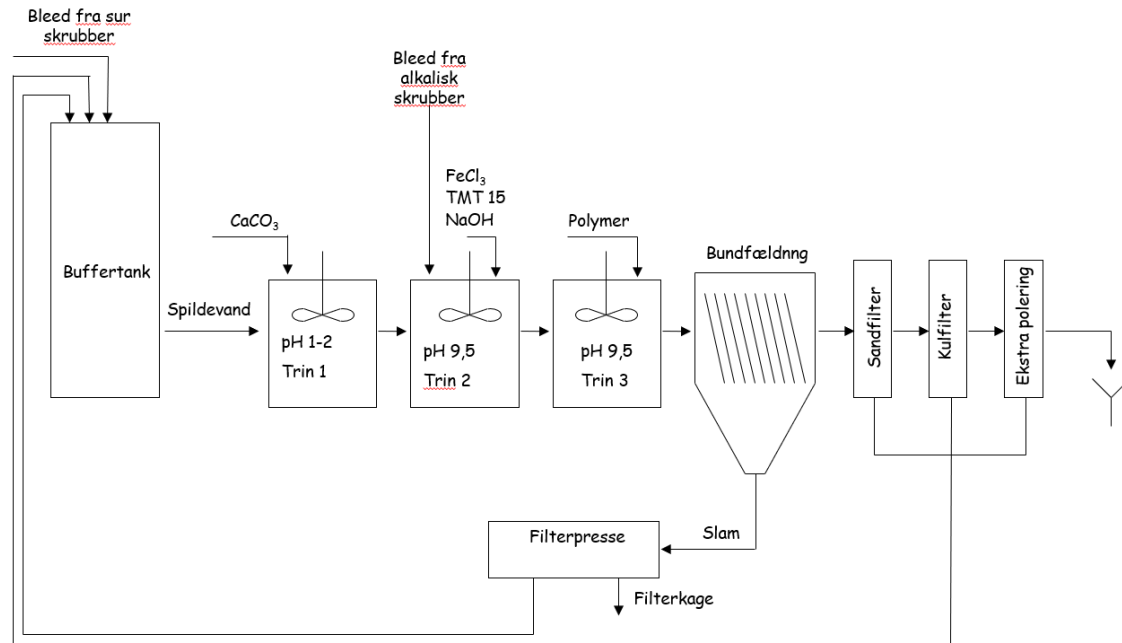
# Filterkagegruppen

## Spildevand fra våd røggasrensning

- Spildevandet er normalt meget surt ( $\text{pH} < 1$ ) – Saltsyre ( $\text{HCl}$ )
- Tungmetaller og askepartikler fra røggassen overføres til vandet på opløst i vandet
- Vand skal renses for syre og tungmetal inden udledning
- Neutralisering sker med kalksten/hydratkalk og/eller natronlud
- Tungmetaller udfældes evt. vht. svovlholdige fældningskemikaler

# Filterkagegruppen

Eksempel på klassisk spildevandsrensning på anlæg med våd røggasrensning





# Filterkagegruppen

## Filterkage

- Filterkageproduktion (ca. 1 kg/ton affald) bortskaffes i dag som farligt affald
- Kan de genbruges eller deponeres i Danmark?
- Deponeringshierarki (kravliste):
  - Farligt affald > Blandet affald > Mineralsk affald > Inert affald
- 4 forskellige filterkager er analyseret (ARC, Argo (2 linjer) og Thisted):
  - Total indhold
  - Eluat L/S 2, 10
- Generelt: Relativt lavt indhold af tungmetal, men en del chlorid

# Filterkagegruppen

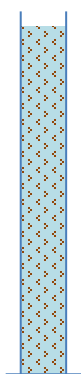
## Filterkagesammensætning

- Total indhold:
  - Tungmetaller generelt: < 100 mg/kg
  - Bly: 15-300 mg/kg TS
  - Zink: 100-1600 mg/kg TS
  - Kviksølv: 30-240 mg/kg TS
  - Chlorid: 5-30 g/kg TS
- Eluat:
  - Tungmetaller generelt: < 100 µg/kg
  - Barium: 10-1000 µg/kg TS
  - Antimon: 10-200 µg/kg TS
  - Kviksølv: < 130 µg/kg TS (en analyse m. LS2; LS10 og kolonne < 0,05)

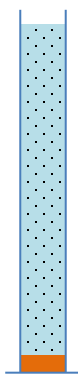
Stof/Parameter	Grænseværdi, L/S = 2 l/kg <sup>-1</sup>  (mg/kg TS)	Grænseværdi, L/S = 10 l/kg <sup>-1</sup>  (mg/kg TS)	Grænseværdi for C <sub>0</sub> <sup>2)</sup> (mg/l)
<b>Sporelementer</b>			
Arsen (As)	0,40	2,0	0,30
Barium (Ba)	30	100	20
Cadmium (Cd)	0,60	1,0	0,30
Krom total (Cr)	4,0	10	2,5
Kobber (Cu)	25	50	30
Kviksølv (Hg)	0,050	0,20	0,030
Molybdæn (Mo)	5,0	10	3,5
Nikkel (Ni)	5,0	10	3,0
Bly (Pb)	5,0	10	3,0
Antimon (Sb)	0,20	0,70	0,15
Selen (Se)	0,30	0,50	0,20
Zink (Zn)	25	50	15
<b>Salte og DOC</b>			
Klorid (Cl <sup>-</sup> )	10.000	15.000	8.500
Fluorid (F <sup>-</sup> )	60	150	40
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	10.000	20.000	7.000
DOC <sup>3)</sup>	380	800	250

# Filterkagegruppen

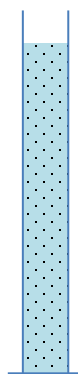
Kan kagerne gøres mindre farlige?



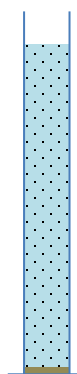
Skrubber



For-  
sedimen-  
tering



Efter for-  
rensning



Efter  
tungme-  
talsfæld-  
ning

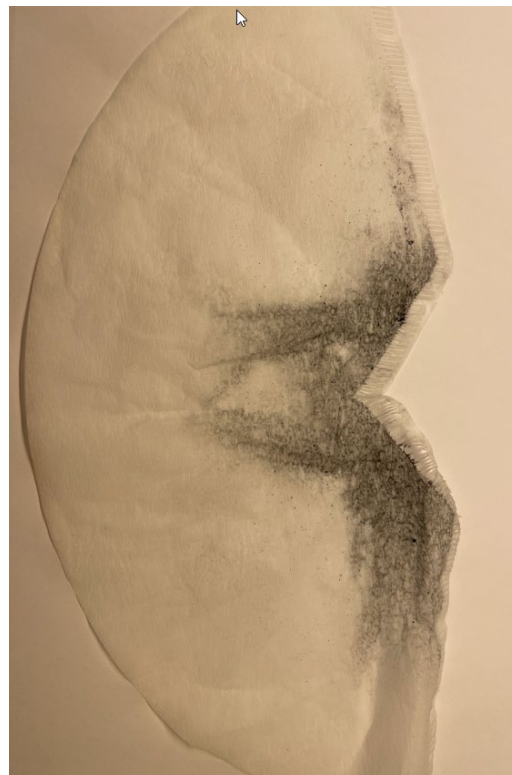


Renset  
spilde-  
vand

Prøver sendes til  
analyse på  
forskellige  
stadier for  
nærmere  
karakterisering  
af potentiale

# Filterkagegruppen

## Argo linje 5 (ESP, sur/alkalisk skrubning)



Spildevandet er meget klart  
med få identificerbare  
partikler (aske/sod).

Ingen bundfældning muligt

Filterpapir viser spor af aske

Prøve sendt til laboratorie  
før/efter filtrering

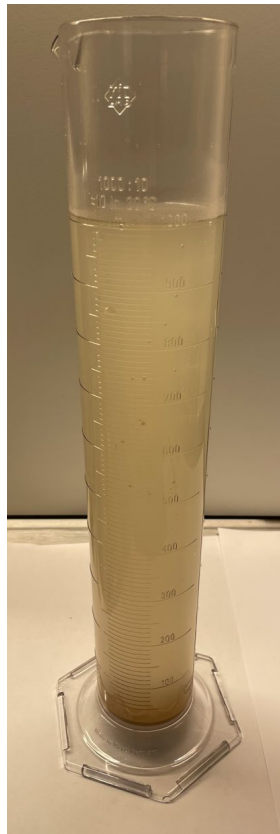


# Filterkagegruppen

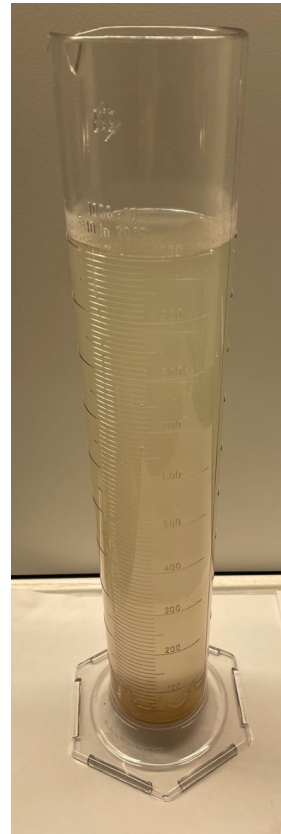
Argo linje 6 (posefilter, sur/alkalisk skrubning, kondenser - LAB system)



0 min



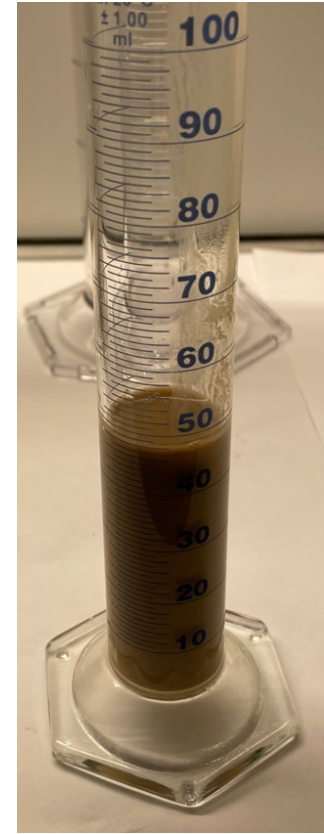
10 min



30 min



90 min



46 ml slam fra 3 ltr

# Spørgsmål?

Filterkage



The logo for Rambøll, featuring the word "RAMBØLL" in a bold, white, sans-serif font inside a white rounded rectangle. The background of the entire slide is a low-angle photograph of industrial towers and pipes at a carbon capture facility, with a blue sky and white clouds.

Bright ideas.  
Sustainable change.

# Aminslam

**Opdatering fra arbejdsgruppe**

Jonas Nedenskov – Amager Ressourcecenter (ARC)

Jens Jørsboe - Rambøll Carbon Capture



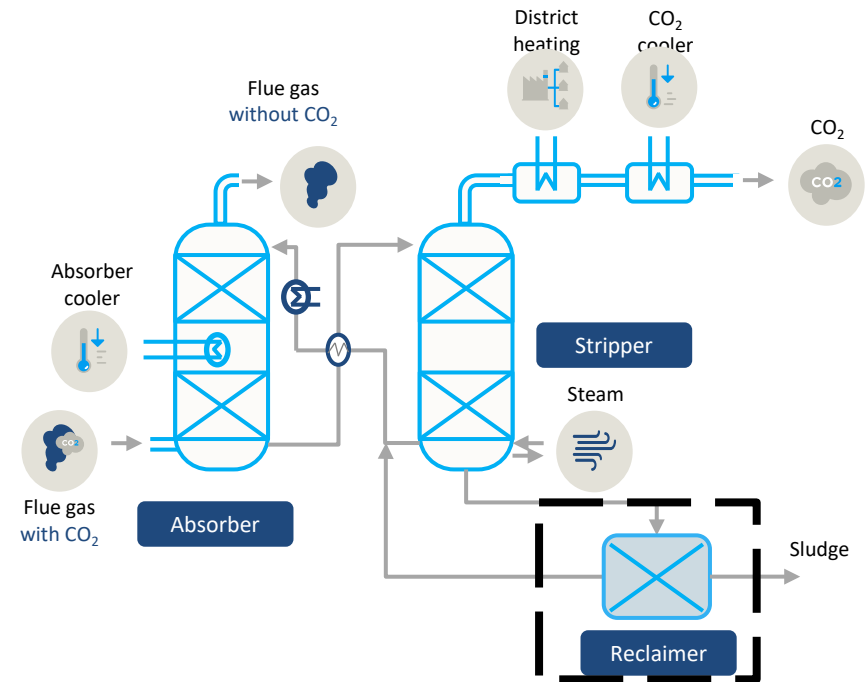
# Arbejdsgruppe Aminslam

## Formål / Mål

- Planlagte aktioner og tidsplan
- Myndighedsbehandling
- Aminslam (reclaineraffald)
- Resultater

# Aminslam, hvad er det?

- Aminer nedbrydes i nærvær af ilt, temperatur og urenheder i røggassen såsom NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> og HCl.
- Varmestabile nedbrydningsprodukter (kendt som varmemestabile salte, HSS) kan fjernes ved hjælp af et reclaimer-system, hvor HSS adskilles fra aminopløsningsmidlet.
- HSS forlader genvindingssystemet i et slambaseret produkt, som skal behandles



*Aminbaseret carbon capture process*

# Aminslamproduktion: estimater

- **2025:**

- 24 mio. ton CO2 årlig emission

- 5% fangst

= 7,500 ton/år med 30 m% MEA or

= 2,250 ton/år med 32 m% CESAR1

- **2040:**

- 15 mio. ton CO2 årlig emission

- 90% fangst

= 85,000 ton/år med 30 m% MEA eller

= 25,000 ton/år med 32 m% CESAR1

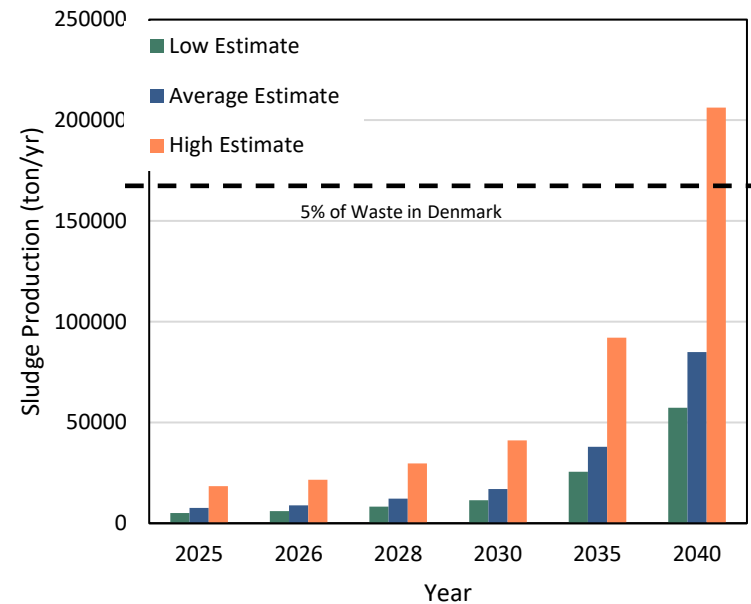
5% af affald i Danmark: 170,000 ton/år

**Sludge produced from amine plant:**

30 wt% MEA: 6 kg/ton CO2 on average

32 wt% CESAR1: 2 kg/ton CO2 on average

Advanced solvent: 0.15 kg/ton CO2 on average



\*Estimates based on simulations

# Status af projekt: Klassificering af affald

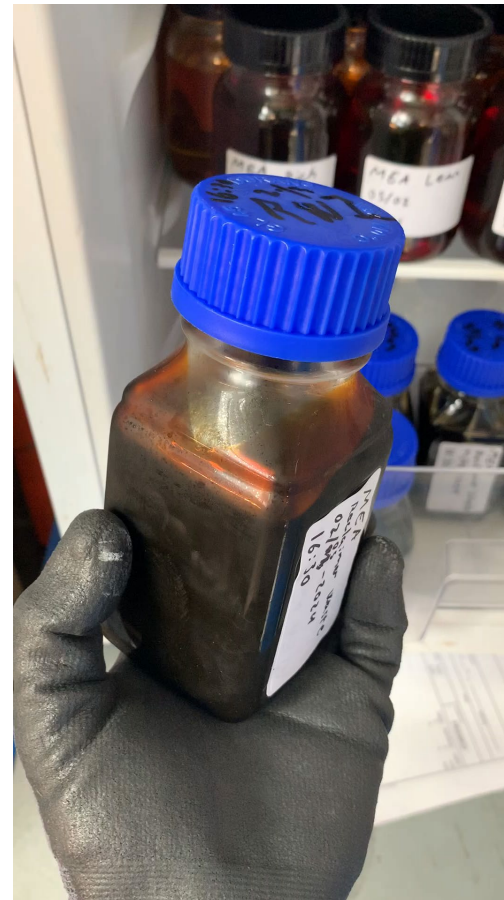
- Håndtering (eksempler):



- Klassificering af mest kendte aminer:

Kategori	MEA	AMP	PZ
HP3: Brandfarlig		H228	H228
HP4: Hudirriterende og øjenskader	H314, H318	H315, H318, H319	H314
HP5: Specifik mÅlorgantoksicitet / aspirationstoksicitet	H335		
HP6: Akut toksicitet	H302, H312, H332		
HP8: Ætsende	H314		H314
HP10: Reproduktionstoksisk			H361
HP13: Sensibiliserende			H317, H334

Forbundet med høj pH værdi og kan derfor neutraliseres



# Analyse af reclaimer prøver

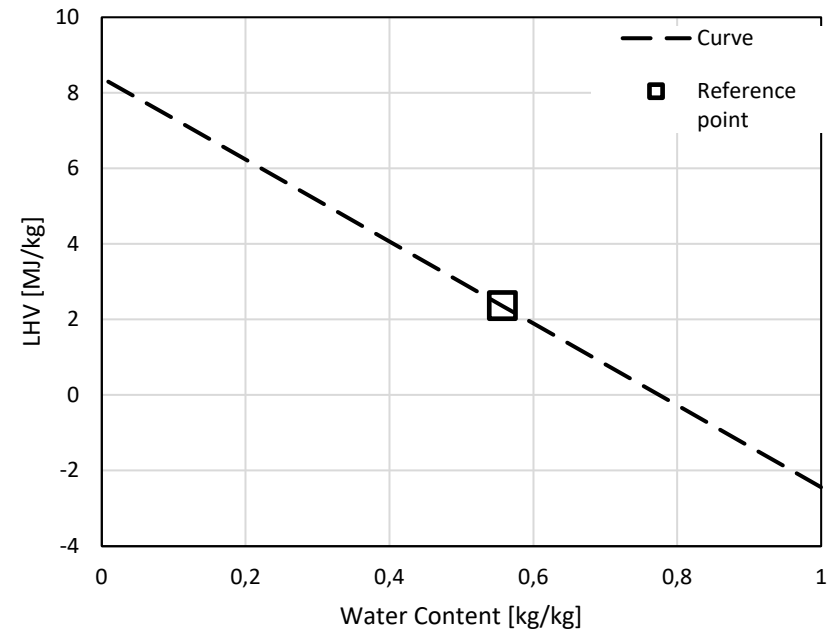
Sample	IBC tank	Solvent after	Solvent after	Solvent before	Solvent before	Reclaimer Loop	Reclaimer Loop
Sample number	1	2	3	4	5	6	7
Brændværdi				X		X	X
Tørstof og aske				X		X	X
Densitet							
Viskositet							
Kvælstof				X		X	X
Metals				X		X	X
Heat stable salts				X		X	X
MEA konc				X		X	X

Component	Unit	Solvent Samples	Sludge Sample 1	Sludge Sample 2
Fe	µg/L	110000	154000	151000
Co	µg/L	< 200	<500	<500
Ni	µg/L	1100	1,8	1,7
Cd	µg/L	< 20	<500	<500
Tl	µg/L	< 20	<500	<500
Cr	µg/L	1500	2500	2500
Hg	µg/L	< 20	<500	<500



# Brændværdi

- Estimeret LHV:
  - MEA: 23 MJ/kg
  - Sludge (ash free basis<sup>1</sup>): 15.3 MJ/kg
  - Sludge (dry basis): 8.4 MJ/kg
  - Sludge (55 wt% H<sub>2</sub>O): 2.4 MJ/kg



<sup>1</sup>assuming 45% ash content (similar to waste water sludge)

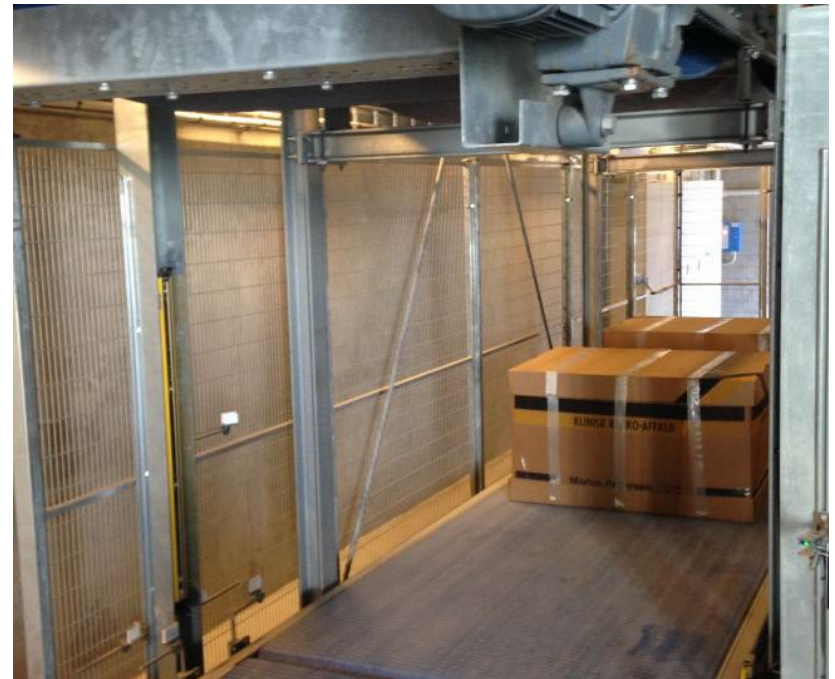
# Håndtering af slam (aminholdigt)

## Modtagelse

- Bunker (brændbar beholder)
- Separat IBC (Palletank)
- Separat tankbil til lokal modtagetank

## Injicering

- Bunker (brændbar beholder)
- Affaldstragt (spray)
- Special hospitalsaffaldssystem
- Special activated carbon system
- Ovn-indsprøjtningssystem



# Spørgsmål?

Aminslam